

SICK AG

ホワイトペーパー

識別技術の概要

作成者

トビアス・ホフマン博士
Technical Industry Manager Intralogistics
SICK AG (ヴァルトキルヒ) / ドイツ

要約

自動識別 (Auto-ID) の分野では、ほぼすべてのアプリケーションにおいて、適切な識別技術とは何かという根本的な問題があります。RFID識別、レーザベースの識別、および画像ベースの識別という3種の識別技術が、長年にわたって市場を支配しています。絶え間ない技術的進歩とテクノロジーの開発により、既存のIDタスクをよりスマートに解決し、また応用分野を追加・拡大させることができます。

各技術にはそれぞれ異なる利点があり、適用分野や要件も非常に多岐にわたるため、すべての自動IDアプリケーションに適した万能な技術はありません。特定のアプリケーション向けに最適な識別技術は、技術的および経済的な基本条件に合わせて常に個別にカスタマイズして生まれるものです。使用する技術とは関係なく、異なる技術や用途を包括する統一された機器プラットフォームで、コストパフォーマンスにプラスの影響を与えることもできます。

目次

アプリケーションから正しい識別技術まで	3
無線周波数識別 (RFID).....	6
バーコードスキャナ	8
イメージコードリーダー.....	10
技術に依存しない基準	12
結論	12

アプリケーションから正しい識別技術まで

対象物識別分野でアプリケーションを解決する必要がある場合、まずアプリケーションの要件を正確に特定し、与えられた枠組み条件を詳細に記録する必要があります。これを行わなければ、発注者のすべての要件を過不足なく満たすソリューションは実現できません。

ここでは、どの自動化レベルに到達したいかという明確な識別目標が基礎となります。データは一元的または分散的に保存するのか、さらにどの程度安全にデータを保存しなければならないのか。オープンまたはクローズ型の循環システムなのか、単体の対象物あるいは集積された対象物を識別しなければならないのか。特定の基準に準拠したマテリアルフローコンセプトを実装する必要があるのか。読み取り率の統計作成など、読み取り結果の分析およびさらなる処理は必要なのか。必要であれば、ソフトウェアが読み取りデータをアプリケーション、ライン、工場、あるいは企業のレベルで記録する必要があるのか。

まずこれらの識別目標に関する疑問を考慮し、次に技術要件や識別対象物の特性に関する問いに答えなければなりません。重要となる情報には、対象物の形状・サイズ・速度・素材、コードのタイプ・位置・方向、読み取り距離、複数の対象物側面の読み取りの必要性、ならびに時間単位あたりの対象物とコードの最大数などが挙げられます。

これらすべての問いに回答し、解決すべき課題が明確に定義されたところで、適切な識別技術の選択に移ることができます。表1は、RFID、レーザベース、画像ベースによる識別という3種類の一般的な識別技術の特徴を一覧として表示しています。

	RFID	レーザ	カメラ ライン / マトリックス
1Dバーコード	-	✓	✓
2Dコード	-	-	✓
トランスポンダ	✓	-	-
見通し線	不要	必要	必要
コードキャリアのコスト	> 0.05 €	< 0.005 € (ラベル)	< 0.005 € (ラベル)
コードキャリアの購入	購入	購入、標準プリンタでのラベル印刷	購入、標準プリンタでのラベル印刷
コードキャリアの最大メモリ容量	高	低	中
最大読み取りフィールド幅	特大	大	大 中
被写界深度*	開口数	高	低 中
全方向の読み取り	非常に適している	最低でも機器2台必要	適している
最大対象物速度	2 m/s ~ 20 m/s、 アプリケーションにより異なる	5 m/s	6 m/s
外乱光の影響	影響なし	極めてわずか	わずか
汚れや摩耗による障害	わずか	中	中
周囲の金属 / 液体	影響あり	影響なし	影響なし

* 光学画像への影響

表1: 産業用途における様々な識別技術の特徴に関する概要。記載された値および評価は産業用自動ID分野における代表値であるため、特定のアプリケーションの要件に応じて変化することがあります。

識別技術の概要

1A: トートボックス識別分野におけるアプリケーション事例

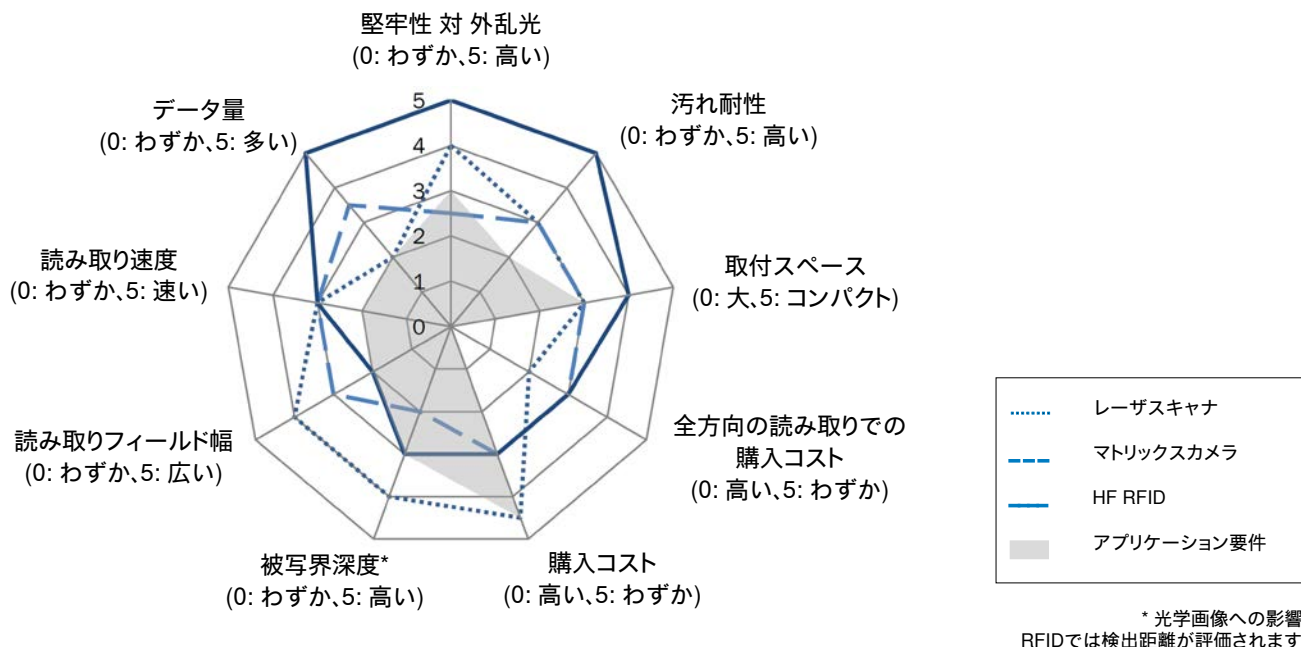


図1A: トートボックス識別分野におけるアプリケーション事例に基づく性能比較

倉庫におけるピッキング直前のローラコンベア (各側面2 cmのクリアランス) に乗せられたプラスチック製小型ボックスキャリア (KLT) のゼロプレッシャ式アキュムレーティングによる識別。KLTはピッキング後に再び倉庫に搬送されるため、一括読み取りは不要です。側面の取付けスペースは15 cmです。コードキャリアの位置および方向は既知であり (両面ラベリング、あるいはRFIDの場合は底面のマーキングと下方向からの読み取りによる)、常に同一です。そのため全方向の読み取りは不要です。見通し線が存在します。コードキャリア上には少量のデータが保存されており、コードキャリアを書き換える必要はありません。KLTの間隔は少なくとも15 cmあり、2 m/sより低い搬送速度で搬送されます。倉庫には窓があり、中程度の外乱光を計算に入れる必要があります。汚れと摩耗のリスクは、比較的低くなります。

1B: 積載物検証分野におけるアプリケーション事例

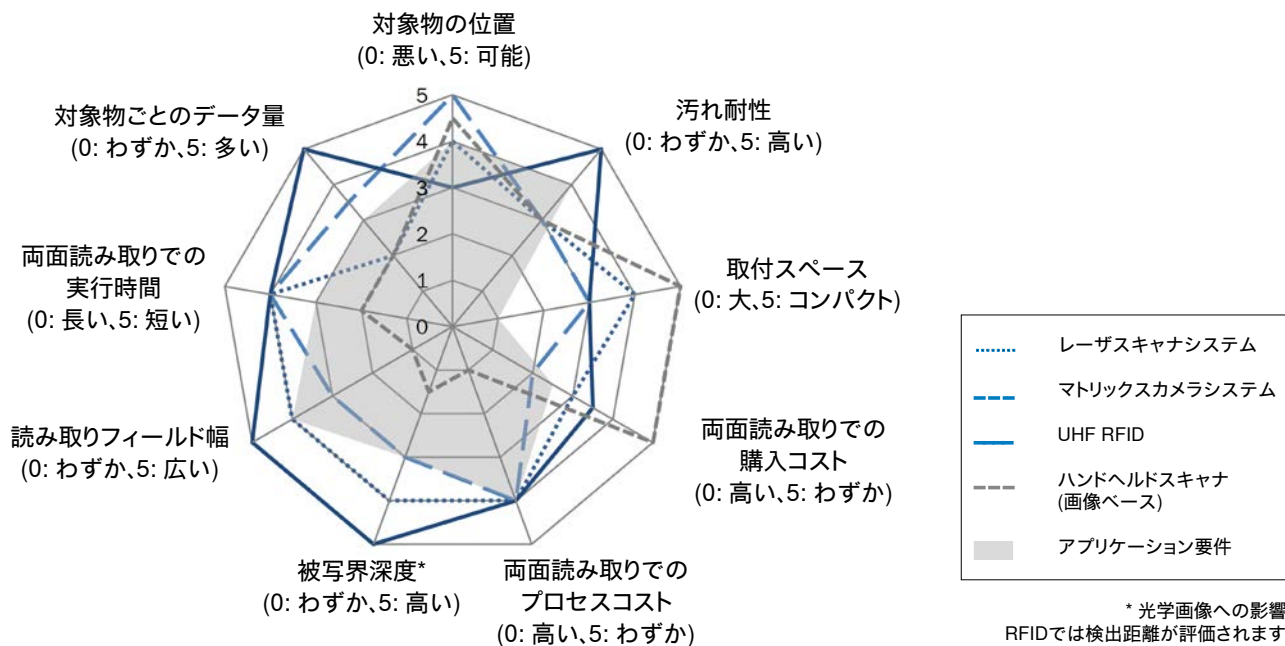


図1B: 出入庫領域におけるEuropoolパレットの積載物検証

パレットには高さ1.5 mの箱が積まれており、その際に箱側面はパレットのエッジと正確に一致しています (突出なし)。箱側面に付けられたコードキャリアは2つの対向するパレット側面を検出され、全方向での読み取りは不要です。見通し線が存在し、コードキャリアの汚れリスクは比較的高くなっています。検出は日射のない建物内で行われます。積載されたパレットは0.3 m/sで読み取りステーションを通過し、パレット側面の位置は± 10 cmの精度で明らかになっています。システムの取付けスペースに制限はありません。一日あたりのパレットのスループットは非常に高いため、性能が重要になります。箱には液体または金属が入っていない、あるいはごく少量含まれています。

識別技術の概要

表からわかるように、ID技術は技術仕様と環境の影響に対する感受性について、それぞれ利点が異なります。そのためどの技術が最も適切で、経済的な観点からもユーザーに最適なソリューションを提供できるかという課題は、それぞれのアプリケーションごとに個別に決定していく必要があります。図1Aと図1Bの2つのアプリケーション事例では、各技術の代表的なタイプの性能比較を示しています。目標は、以下の基準に基づいてコストパフォーマンスが最も高い識別技術を選択することです。

- 最適な読み取り性能
- 後処理の軽減
- 最小限のコスト (統合、メンテナンス、修理)
- 最大限のスループット
- 高いデータ運用性および透明性
- 例えばライブ画像やバーコード品質の決定などの機能による追加メリット。

技術選択と同様に、各要因の重要度をアプリケーションごとに判断する必要があります。

例えば空港のセルフバッグドロップや手荷物仕分けシステム (図1) など特定のアプリケーションでは、異なる技術の組み合わせによるメリットもあります。この場合バーコードとRFIDの同時使用により荷物の識別率が向上し、手作業による再仕分けのコストが低減します。



図1: RFIDとレーザーキャナ技術の組み合わせは、例えば空港の手荷物識別システムの手荷物仕分け (左) およびセルフバッグドロップ (右) で使用されます。

以下3つの項目では、各ID技術を詳細に解説しています。最終段落では、技術に依存しない選択基準について論じています。

異なる識別技術がお互いを完全に補完し合い、ユーザーはアプリケーションにとって最適な技術的および経済的ソリューションを見つけることができます。

無線周波数識別 (RFID)

RFIDにはいくつかの独特の特徴があります:

- 全方向の読み取り
- 短い読み取りサイクル、一括検出オプション
- 書き換え可能なタグ、大きいメモリ容量
- RFID ICタグが視界内にある事が不要
- 読み取り位置と対象物との大きな間隔
- 過酷な環境条件下でも問題なく使用可能

RFIDベースの識別ソリューションの多くは、パッシブトランスポンダ (図2) と共に実施されるため、以下の項目ではその側面に限って説明しています。100メートル以上の検出距離が可能なアクティブトランスポンダとは対照的に、パッシブトランスポンダは独自のエネルギー源を持たないため、コストパフォーマンスがはるかに高くなります。RFID ICタグシステムは、低周波 (LF) や高周波 (HF) のニアフィールド技術や、超高周波 (UHF) のファーフィールド技術で使用される電波の周波数に応じて細分化されます。ニアフィールド技術とファーフィールド技術は、送信周波数に応じて主な物理的效果が変化するため、基本的にエネルギーとデータの伝送方法において異なります。



図2: HFおよびUHF RFIDのパッシブトランスポンダには様々な形状があり、対象物への取り付けおよび識別カードとして簡単に使用できます。UHFタグおよびHFタグのアンテナとチップのデザインは、エネルギーとデータの伝送方法によって明確に異なります (右端のタグ: UHF、その他: HF)。

LF (30~300 kHz) およびHF (3~30 MHz) トランスポンダシステムは、数センチメートルからおよそ1メートルまでの検出距離を有します。HFトランスポンダでは、最大8 kBの高いメモリ容量が可能です。これは主にファクトリーオートメーション、生産、およびアクセス制御システムで使用されます。短い検出距離は、測定範囲外にあるトランスポンダの望ましくない識別を効果的に回避できるため、多くのアプリケーションにおいて利点となります。それに対してファーフィールド技術UHF (通常866~928 MHz) は、6メートルの大きな作業領域を可能にします。これはデータ伝送速度が速いこと、そして一括検出が可能であるため、自動車産業や繊維衣料産業における物流オートメーションに適しています。これらの理由に加え、無線・データ標準も世界的に統一されているため、UHF RFIDは物流オートメーションで最も広く使用されているRFID技術です。例えば、パレット上にあるICタグ付き対象物をゲート通過時に識別することで、商品入出庫ラインにおけるUHFリーダ/ライタのプロセス速度が向上します (図3)。視覚的接触なしで1秒につき最大300個のタグを一括検出することにより、対象物を個別にばらす事が不要になります。その際に可能な最大搬送速度は、読み取りフィールドのサイズ、中にあるICタグの数、転送されるデータ量など、様々な要因に依存します。アンテナの放射特性の理由上、RFID ICタグは互いに特定の最小距離を保たなければなりません。使用するICタグによっては、ICタグアンテナをリーダアンテナに合わせて相対的に方向調整したり、2個以上のリーダを使用したりする必要が生じることがあります。

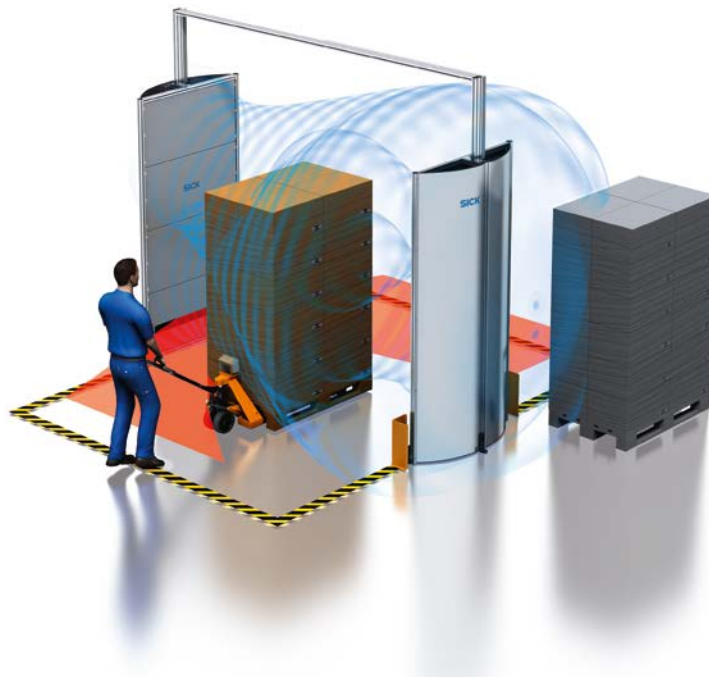


図3: SICKのRFIDゲート (RFGS Pro) は、パレット上のRFIDマーク付き対象物をゲート通過時に識別します。測定範囲外にあるタグは確実に除外されます。

書換え可能なタグと高いメモリ容量により、分散型のデータ管理が可能になります。対象物固有の情報を、上位システムに接続せずに、いつでもトランスポンダ上で保存、更新、取得することができます。それによりRFIDトランスポンダ付きの対象物を物流・生産チェーン全体にわたって追跡することができます。例えば、多くの場合大量に流通している貨物キャリアの位置を突き止めて追跡できるため、確実に元の倉庫に戻すことができます。同様に、すべての処理工程の手順、または温度や湿度の最高値を超えないなど、特定の品質基準を確実に守ることができます。

マイナス40℃の温度や氷結、あるいは強い機械的負荷がかかる識別対象物など、過酷な環境条件でRFIDを導入すると、その価値を発揮します。光学技術ではコードを識別するための見通し線が常に必要となり、摩耗や汚れの影響を受けやすいため、RFIDベースのシステムに比べてメンテナンスの必要性が高くなります。

RFID ICタグは、その購入価格が大きく低下したとはいえ、ユーザが自分で印刷できるシンプルな1Dまたは2Dコードのラベルよりも高価となります。RFID ICタグは再利用可能で非常に頑強ですが、余分に計上されるコストは、クローズ型の循環システムや異企業間で技術が使用される場合を除き、割りに合いません。

電波の物理的特性の理由上、読み取りフィールドに存在する液体や金属を考慮する必要があります。液体はUHF周波数の放射を吸収し、金属は電波を妨げて反射 (UHF) または減衰 (HF) します。アンテナやシステムの設計に調整を加えることで、こういった障害要因はほとんど除去することができ、困難な環境でも高い読み取り速度を実現できますが、そこには技術や計画に関してより多くの作業が必要となります。

イントラロジスティクスにおけるRFIDの追加情報は、ホワイトペーパー「RFIDを使用したイントラロジスティクスのプロセス最適化」(R. Schittenhelm, V. Glöckle著) をご覧ください。→ www.sick.de/whitepaper_rfid

バーコードスキャナ

レーザベースのバーコードリーダーの利点は次の通りです：

- 優れた被写界深度
- 広範な読み取りフィールド幅
- 外乱光に対する耐性
- 追加照明不要
- 対象物の静止時および加速時の正確なコード読み取り
- 低コスト

レーザスキャナの優れた被写界深度により、高さが異なる対象物のバーコードでも問題なく識別することができます。最大60°の広い視野により、機器1台でほとんどの搬送ベルト幅をカバーします。そのためレーザスキャナは、宅配便・エクスプレス便・小包サービス分野や、保管・搬送技術分野での使用に非常に適しています (図4および5)。



図4: 振動ミラースキャナは指定された範囲内のバーコードを、困難な照明条件下であっても読み取ります。

レーザスキャナは1Dコードのみを読み取り、高度なアルゴリズムによって損傷や汚れのあるコードでも検出することができます。バーコードエレメントがバーコードの移動方向に対して平行 (ラダー方向) または直交 (ピケットフェンス方向) に向いている場合、単一のレーザスキャナがコードを読み取ることができます。ラインスキャナは、ラスタースキャナに沿った複数の平行線に沿ってレーザ光線を偏向させ、バーコードの明るいエレメントと暗いエレメントにより反射されたレーザ光の強度を検出します。ラインスキャナはバーコードの動きをエラー訂正された読み取りを行うために利用し、主にラダー方向のコードで使用されます。

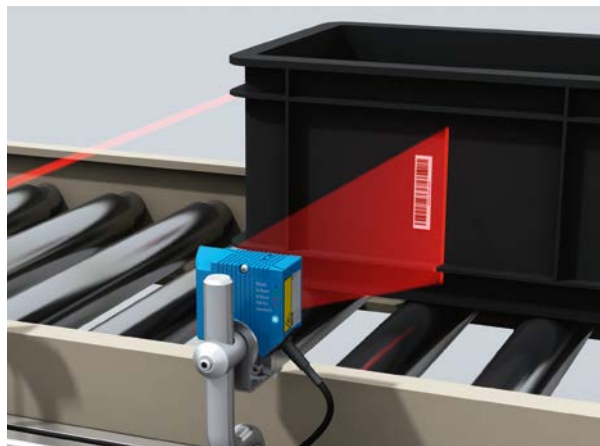


図5: レーザスキャナは、運搬装置の側面に取り付けて貨物キャリアを確実に識別するため、倉庫で非常に広く使用されています。図は、リフレクタ形光電センサによって作動するラインスキャナを示しています。

さらにラスタースキャナは、ピケットフェンス方向のコードでも、高度な冗長性を提供します。レーザスキャナの3つめのカテゴリである振動ミラースキャナは、所定の範囲をスキャンすることにより、定義された場所に正確に位置していないバーコードを複数検出することができます。コードをあらゆる回転位置で正確に検出するために、複数のスキャナが互いに回転させて取り付けられます (通常はスキャナ2個を角度90°で装着)。

赤色または不可視の赤外線レーザ光により、非常に一般的に使用される白黒バーコードの良好なコントラストを確保できます。レーザ光線の強度が高いため、周囲の照明条件がレーザスキャナの読み取り性能に影響を及ぼすことはありません。これによりバーコードを高い信頼性で検出できるようになり、外部照明にも依存しないため、取付けも簡単です。

最大1.2 kHzという高いスキャン頻度により、最大5 m/sの高い対象物速度でもバーコード識別が可能です。レーザスキャナはラインカメラとは対照的に、ベルト始動時などの加速プロセス中にも、速度情報を必要とせずにコードを読み取ります。

レーザスキャナ単体のコストは、通常、同じような性能のカメラ代替品のコストよりも低くなります。しかしバーコードを全方向から読み取る場合、単一装置が多数必要となることから、そのコストも画像ベースのシステムと同程度に高価です。産業用レーザスキャナとカメラの平均的な耐用年数は、同じ数値範囲をカバーしているため、コスト分析には影響を及ぼしません。多くの設備において、これらの機器は10年以上にわたり中断なく信頼性の高いサービスを提供してきました。

バーコードラベルは、RFID ICタグと比べて調達コストが非常に低く、世界的に標準化されているため、様々な適用分野で広く使用されています。当然ながらバーコードの一般的な利点は、レーザベースと画像ベースの両方のバーコードリーダに適用されます。ほぼすべての対象物へラベルを取り付けることができます。他にも、例えばレーザマーキングやドットピンマーキングなどにより、材料に直接コード付けすることも可能です。マーキングする対象物上のスペースが限られているためコードサイズが制限される場合、バー高さの低いバーコードや2Dコードが使用されます。

2Dコードは1Dコードよりもデータ密度が高いことから、同じデータ量でも必要となる面積はかなり小さくなります。しかし2Dバーコードの読み取りが必要な場合には、そのソリューションにはレーザベースのコードリーダではなく、画像ベースのシステムを使用しなければなりません。

イメージコードリーダ

画像ベースの識別技術は以下の利点をもって、他の識別技術と区別されます：

- コード読み取りの柔軟性 (1D、2D、プレーンテキスト)
- 分析またはデータアーカイブ用のライブ画像および画像保存
- 1台の機器のみによる全方向の読み取り
- コード品質が不良な場合も読み取り可能
- 大きく異なるモジュールサイズの使用

イメージコードリーダは、コードタイプを柔軟に選択できることを特徴としています。このイメージコードリーダは、1Dバーコードの他にも、様々な画像処理アルゴリズムにより、プレーンテキストと、一般的に使用されるデータマトリックスコード、QRコードまたはマキシコードなどの2Dコードの両方を識別します (図6)。このため、1Dバーコードから2Dコードへの変更はスムーズに行うことができます。



図6: 宅配業者は一般的に1Dコードと2Dコード (ここではマキシコード) の組合せを使用します。

コードの回転位置が平面上で正確に定義されておらず、アプリケーションで可変である場合、単体のイメージコードリーダが、回転位置に関係なくすべてのコードを確実に検出します。とりわけバーが短いコードではこの利点が明確になります。レーザベースのソリューションでは2台のリーダを装備していても、イメージコードリーダのような優れた読み取り速度に達することはありません。例えばコントラストが低い、あるいは部分的に破損しているなど、コード品質が悪いアプリケーションでは、イメージコードリーダの補正する画像処理アルゴリズムによって、信頼性の高い読み取り結果を得ることができます。これにより手動の後処理作業が軽減されます。

イメージコードリーダにおけるもう一つの付加価値は、ライブ画像機能と画像保存機能です。これらの機能により、テキスト認識やビデオコーディングなど、さらなるプロセスで使用できるようになります。画像記録により読み取りに失敗した原因を簡単に特定・分析し、最終的に取得情報をプロセス最適化に使用することができます。画像処理アルゴリズムは、広範囲におよぶコード破損、コードの欠落、または印刷品質の低下などの代表的な所定のエラーパターンに従って読み取り失敗を分類します。撮像された画像は頻繁にアーカイブされ、例えば保証請求などのケースで、より適切に処理を行うための文書目的で使用できます。

ほとんどのイメージコードリーダは、ラインカメラまたはマトリックスカメラをベースにしています。ラインカメラには、線状に配列された最大17,000のピクセルで構成される感光ラインが1つしかありません。したがって2次元画像を撮像するには、対象物をカメラの下に通過させるか、あるいはカメラを対象物に沿って動かす必要があります (図7)。ラインカメラの利点は、高い搬送速度を可能にする最大約70 kHzの非常に高いサンプリング周波数、そしてマトリックスカメラと比較してより広範な視野です。しかしレーザスキャナと同様に、検出角度が固定されていることから、設置時には反射の発生を最小限に抑えるよう熟慮する必要があります。また対象物とカメラとの間の相対運動の速度を明らかにし、画像全体の計算で考慮する必要があります。これを怠ると画像に歪みが生じる可能性があります。ラインカメラは、レーザスキャナおよびマトリックスカメラよりも広範な視野と最高の分解能を提供しますが、サイズが大きいため取付けスペースが必要です。

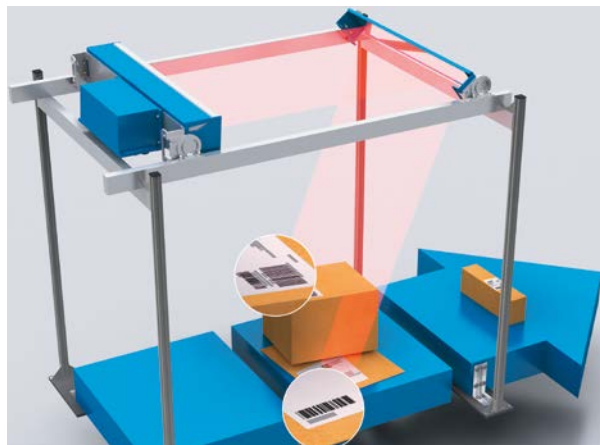


図7: ラインカメラは、カメラの読み取り範囲をベルトで通過する、高さの異なる対象物に付けられた1Dコードと2Dコードを識別します。

マトリクスカメラは、機能的には写真撮影で知られているデジタルカメラに類似しています(図8)。対象物は平面センサ上に結像されて、2次元の画像が保存され、この画像からコードが検出されます。自動IDに使用される産業用カメラの代表的な画像取得率は25~100 Hzです。ラインカメラと比較した場合、被写界深度がより大きく、コード品質が悪く反射が生じても高い読み取り安定性を保つということが大きな利点となります。読み取り安定性の向上は、同一の対象物範囲を異なる撮像角度から連続撮像して検出することにより実現できます。ラインカメラとは対照的に、対象物が静止している場合やスタート/ストップ状況においてもバーコード識別が可能です。



図8: マトリクスカメラは、例えば小さな梱包物のソートプロセス中(左)、または製造中のエンジンブロックなどのコンポーネントを明確に識別するために(右)、印刷あるいは直接マーキングされた1Dコードおよび2Dコードを読み取ります。

アプリケーションに応じて2Dコードにはラインカメラまたはマトリクスカメラが最も適していることから、様々な視点から考慮しなければなりません。特にマトリクスカメラの場合、外乱光が課題となるため、技術的・計画的に入念に取り組む必要があります。

画像ベースとレーザベースのコードリーダのどちらも光学的手法であるため、見通し線が不可欠です。汚れや光学部品の凍結など、視界を制限するその他の影響は、光学部品の特別なコーティング、自動洗浄ユニット、より大きな光学部品、およびヒータによって対処することができます。熟考された設計は、メンテナンスに必要な時間を最小限に抑えることができます。

技術に依存しない基準

最適なID技術を選択する際には、技術的な要件に加え、経済的側面も同様に重要な課題となります。統合・メンテナンスコスト、制御および可視化オプション、コンポーネント選択時の柔軟性、そしてサービス点検など、ハード面およびソフト面での要因は、投資安全性および将来性、さらし購入の収益性に貢献します。

これらの基準にとって非常に効果的となるのが、使用技術に依存せずに同じコネクティビティとパラメータ設定ソフトウェアおよび可視化ソフトウェアを使用して、異なる技術やアプリケーションをまたいで統一された機器プラットフォームです。

このような統一プラットフォームは、その柔軟性から、計画段階で技術的要件がまだ明確でない場合や、技術変更やアップグレードが生じる可能性がある場合、あるいは一企業内で複数の識別技術が使用される場合に特に有利となります。例えばプロセスの最適化やプロセス要件の変更によって、ID技術を後から入れ替えたり、追加したりする必要が生じる可能性があります。特にこれは、サプライヤと顧客が商品入出庫で使用する技術やパッケージを指定する倉庫で顕著となります。要件が変われば、倉庫で使用されているID技術をそれに応じて適合させなければなりません。多くの場合に問題となるのが、RFIDなど新技術への移行です。同様にバーコードのバリエーション、バーコード位置、対象物高さ、対象物表面を変更する場合も問題が生じる可能性があります。いずれの場合も統一機器プラットフォームであれば、一式交換であれ、ハイブリッドシステムへのアップグレードであれ、技術変更を簡単に行うことができます。

明確に定義された単一アプリケーションのみを解決する必要があり、企業内でまだ識別技術が導入されていない場合には、統一プラットフォームの利点がクローズアップされます。

結論

適用分野は多岐にわたるため、すべてのアプリケーションに適した識別技術は存在しません。特定のアプリケーション向けの最適な技術とは、技術的要件と経済的要件が対立する中でも、費用対効果が最も優れた技術を指しています。そのため選択決定プロセスの初期段階では、すべての識別技術を検討の対象とし、解決するタスクを考慮しながら段階的に取捨選択していく必要があります。

唯一の優れた技術というものはなく、それぞれの自動IDアプリケーションに最適なソリューションがあります。

詳細情報へのリンク

ホワイトペーパー「RFIDを使用したイントラロジスティクスのプロセス最適化」: → www.sick.de/whitepaper_rfid

4Dproの動画: → www.sick.de/4Dpro_video

4Dproに関する詳細情報: → www.sick-4Dpro.de

RFIDに関する詳細情報: → www.sick.de/rfid

バーコードスキャナに関する詳細情報: → www.sick.de/barcodescanner

イメージコードリーダーに関する詳細情報: → www.sick.de/kamerabasierte_codeleser